Aus dem zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
Vorstand: Prof. Dr. H. PECKERT

Studien zur Artikulation des Gebisses

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde
der
Zahnheilkunde
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt
von

CURT RITTER
Zahnarzt
aus Bütow (R.B. Köslin)

TÜBINGER HANDELSDRUCKEREI MÜLLER & BASS, TÜBINGEN

Lg31.

Dekan: Prof. Dr. Haffner.

Referent: Prof. Dr. Wannenmacher.

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät Tübingen.

August 1931.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Studien zur Artikulation des Gebisses

Die Beziehungen, in denen die Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers beim Menschen zueinanderstehen, werden durch die beiden Worte „Artikulation“ und „Okklusion“ festgelegt. Unter Artikulation versteht man — ganz allgemein gesagt — die Art und Weise, wie die zwei Zahnreihen unter dem Einfluß der Muskeltätigkeit ineinander bezw. übereinander greifen. Es handelt sich um den Kieferbiß, im Gegensatz zum Kieferschluß, der die Bezeichnung „Okklusion“ trägt. Darunter versteht man das Bild, das die miteinander in Berührung stehenden Zähne bieten. Von Artikulationsbewegungen spricht man nur dann, wenn die Zähne der Kiefer miteinander in Kontakt bleiben, obwohl natürlich das Oeffnen und Schließen der Kiefer ganz undenkbar ist ohne die Articulatio mandibulae. Die Erforschung der Artikulation in allen ihren Einzelheiten ist die Aufgabe eines wichtigen Teilgebietes der zahnärztlichen Wissenschaft. Vieles ist aufgedeckt worden und liegt wissenschaftlich exakt bearbeitet vor uns, mehr aber stellt heute noch ein Problem dar. Der Inhalt des Artikulationsproblems ist einmal die Erklärung der Stellung der Zähne und ihrer Tätigkeit während der artikulierenden Bewegungen; weiter soll nach der Bedeutung der Kiefer und Zähne für die Physiologie des menschlichen Körpers geforscht werden. Wichtig ist die Aufgabe, die das Artikulationsproblem für die Praxis stellt; sie besteht darin, daß wir bei unseren Patienten durch die Beseitigung der Fehler eines mangelhaften Kauapparates die Leistungsfähigkeit des Gebisses steigern.

Im Gegensatz zur Okklusion, der Ruhestellung der Zähne, stellt die Artikulation die Tätigkeit bei bewegtem Unterkiefer dar. In dem Kiefergelenk, dem einzigen Gelenk am Kopfe, haben wir ein einfaches Gelenk (Fick) vor uns. Wir können es auch gemäß der Gelenkflächenform Scharniergelenk oder, unter Berücksichtigung seiner Funktion, Mischgelenk nennen. Eine wichtige Eigenart des menschlichen Kiefergelenks stellt die Inkongruenz der Artikulationsflächen dar. Dem verhältnismäßig kleinen Kondylus steht eine sehr große Gelenkfläche zur Verfügung, auf der die Ausführung

mannigfaltiger Bewegungen möglich ist. Vier Grade von Bewegungen lassen sich feststellen, in frontaler, sagittaler Richtung, Drehung um die Vertikalachse und Seitwärtsverschiebung in der Ebene. Das Gelenk des Kiefers wird gebildet aus dem Gelenkkopf, der Gelenkpfanne, den Gelenkhöckern des Os temporale und der Zwischenscheibe. Der Unterkiefergelenkkopf stellt ein Oval oder ein Ellipsoid dar. Die Längsachse des Köpfchens — also die transversale — verläuft meistens von außen unten nach innen oben und schneidet sich mit der der andern Seite in einem nach vorn offenen Winkel am Vorderrande des Foramen magnum occipitale. Der Gelenkkopf hat eine bikonvexe Gestalt; die Konvexität erstreckt sich von außen nach innen und von vorn nach hinten. Die Oberfläche des Köpfchens ist nach außen und innen seitlich abgedacht. Neben einer Abschrägung zeigt sich eine Abbiegung des Köpfchens nach vorne, die durch die Abknickung des Köpfchenhalses im Laufe der Jahre zustande kommt. Beim Neugeborenen schaut der Kieferkopf noch nach hinten, und bekommt erst nach vollendeter erster Dentition seine spätere Form und Stellung. Das Kiefergelenk wird von der Gelenkkapsel umgeben, die einen nachgiebigen Sack darstellt und selbst übernormale Bewegungen des Kiefers nicht hindert. Die Fasern reichen bis an die Vorderfront des Tuberculum articulare. Dieser Höcker hat eine rückwärts absteigende und eine vordere horizontale Fläche. Vom 18. Lebensmonat ab liegt der Kondylus bei Kieferschluß an der Rückwand des Tub. articulare, während er beim Neugeborenen an der tiefsten Stelle der Gelenkgrube, am knöchernen Gehörgang, seinen Platz hat. Das Tuberculum bildet die Vorderwand der Fossa mandibularis, die — wie schon oben gesagt — größer als der Kondylus ist, um in allen drei Dimensionen Bewegungsfreiheit zu geben. Die Gelenkbahn kann beim zahnlosen Kiefer ebenso steil wie beim bezahnten sein. Die Gesamtinnenfläche der Höhle erstreckt sich schräg von außen nach innen abwärts. Die Zwischenscheibe richtet sich hinsichtlich ihrer Lage ganz nach der schräg einwärts geneigten Gelenkhöhle. Sie besteht aus festem, mit knorpeligen Fasern vermischtem Bindegewebe und stellt die einzige Zwischenscheibe im menschlichen Körper dar. Infolge ihrer Elastizität und Formveränderlichkeit gleicht sie die Inkongruenz der beiden Gelenkstücke aus und fängt den

Kaudruck auf. Durch die Verwachsung der Gelenkkapsel mit der Zwischenscheibe entstehen zwei von einander getrennte Kammern, wodurch auf jeder Seite gewissermaßen zwei verschiedene Gelenke gebildet werden.

Wird durch die Kontraktion der Muskulatur der Unterkiefer gehoben, so daß die unteren Zähne den oberen anliegen, so sprechen wir von der Okklusionsstellung der Zähne. Sie stellt den Gegensatz zur Artikulation — der Tätigkeit bei bewegtem Unterkiefer — dar. Bei der Okklusion sind Ober- und Unterkiefer fest aufeinandergepreßt; die Zahnreihen sind geschlossen, die Höcker der Zähne greifen ineinander. Der Kondylus ruht nicht in der Tiefe der Gelenkpfanne, sondern liegt nach vorne zu, d. h. der hinteren Schrägfläche des Tub. articulare an. Dieser Ruhepunkt des Gelenkkopfes wird Okklusionspunkt genannt. Beim zahnlosen Kiefer liegt dieser Punkt natürlich mehr in der Tiefe der Fossa mandibularis, was vom Prothetiker beim Bissnehmen berücksichtigt werden muß, da bei einem „zu tiefen" Biss die Ruhestellen des Köpfchens falsche sind, und anormale Kieferbewegungen zustandekommen. Von der Okklusionsstellung, die Schröder Schlußstellung nennt, ist die Ruhestellung zu unterscheiden. Sie ist während der Untätigkeit des Unterkiefers zu finden. Die Kiefermuskulatur ist nicht kontrahiert; die Zähne sind bei geschlossenen Lippen nicht aufeinandergepreßt, sondern einige Millimeter von einander entfernt. Der Ausdruck „normale Okklusion" stammt von Bonwill; 1887 führte Davenport ihn in die Orthodontie ein. Angle gab für die normale Okklusion folgende Definition ab: „Die Normalokklusion sind die normalen Relationen der zur Berührung kommenden schrägen Flächen der Zähne, wenn die Kiefer geschlossen sind." Von einer normalen Okklusion läßt sich bei frisch durchgebrochenen Zähnen noch nicht sprechen. Erst durch die Artikulationsbewegungen erhalten sie die Stellung, die eine Okklusion zustandekommen läßt. Wir verstehen unter der normalen Okklusion die Anordnung der Zahnreihen, die ihnen die größtmögliche Arbeitsleistung erlaubt. Die Zähne sind mit Vertiefungen, Furchen versehen, in denen sie einander beim Okkludieren berühren. Es sind die sog. Kaufurchen, die sich an- und hintereinander reihen in der Sagittalebene, und zwar nicht in einer geraden Linie, sondern in einem Kreisbogen,

der Okklusionskurve. Die Kauränder der Zähne treffen nicht aufeinander, sondern lagern sich nebeneinander. Bei den Frontzähnen liegt der obere Kaurand vor dem unteren, bei den hinteren Zähnen liegen die buccalen Kauhöcker der Oberkieferreihe vor den labialen der Unterkieferreihe; die palatinalen Kauhöcker der oberen Zähne greifen in die Vertiefungen zwischen den buccalen und palatinalen Höckern der unteren Zähne. Jeder Zahn des Oberkiefers tritt bei der normalen Okklusion mit zwei Zähnen des Unterkiefers in Berührung, wobei die mittleren unteren Schneidezähne und die oberen dritten Molaren Ausnahmen bilden; sie haben jeder nur einen Antagonisten. Bei der Okklusion bedecken die breiten $^{1}J^{1}$ nicht nur die Schneidekanten der $_{1}J_{1}$, sondern auch noch die Hälfte der $_{2}J_{2}$; die $^{2}J^{2}$ greifen über die Restflächen der $_{2}J_{2}$ und die mesiale Schneidekante der $_{*}C_{*}$. Die *C* bedecken die distale Schneidekante der $_{*}C_{*}$ und die mesial-buccalen Kaukanten der $_{1}P_{1}$, so daß ihre Spitzen in die Furchen zwischen $_{*}C_{*}$ und $_{1}P_{1}$ hineinreichen. Die $^{1}P^{1}$ treffen mit der distalen Seite der $_{1}P_{1}$ und der mesialen der $_{2}P_{2}$ zusammen, während die $^{2}P^{2}$ die distale Seite der $_{2}P_{2}$ und die mesiale der $_{1}M_{1}$ berühren. Der mesial-buccale Höcker des $^{1}M^{1}$ tritt außen zwischen die Wangenhöcker der $_{1}M_{1}$, der distal-buccale Höcker greift in die Furche zwischen $_{1}M_{1}$ und $_{2}M_{2}$ hinein. Ebenso okkludieren die $^{2}M^{2}$ mit $_{2}M_{2}$ und $_{3}M_{3}$, während die oberen Weisheitszähne nur mit den $_{3}M_{3}$ in Okklusion stehen. Bei genauem Studium der Innenansicht eines normal occludierenden Gebisses sehen wir, daß die Prämolarenhöcker meistens durchaus nicht scharf in die Zwischenräume zwischen den unteren Zähnen hineingreifen. Es kommt hier auf die Lage der Kieferdrehachse an, die bei der Seitwärtsbewegung die Höcker der oberen Prämolaren meistens auf die Höcker der unteren treffen läßt. Da die Seitwärtsbewegung des Unterkiefers sich nach vorn seitwärts vollzieht, ist es bei den oberen Prämolaren zu einer Drehung nach vorne innen gekommen, wobei die Druckwirkung von den unteren Prämolaren ausgegangen ist. Nach Shaw ist die mechanische Arbeit bei Prämolaren, deren Höcker in die Zwischenräume der Antagonisten treffen, sehr gering. Ist solche Stellung, die sehr selten zu finden ist, vorhanden, so wird deshalb kein Schaden angerichtet, weil die Aufbißstärke bei den lingualen Prämolarenhöckern geringer ist,

als angenommen wird. Bei den oberen Molaren ist zu beachten, daß ihre bucc.-palatinale Achse in einem Winkel von ca. 20° zu der der Antagonisten steht. Weiter ist häufig zu beobachten, daß der distale Höcker des ersten oberen Molaren nicht im Zwischenraum zwischen M_1 und M_2, sondern auf dem mesialen Höcker des M_2 liegt; ebenso ruht der Innenhöcker auf dem M_2. Der Grund für diese Stellungsarten liegt in den Größenverhältnissen der Zähne.

Denken wir uns bei der Okklusion der beiden Zahnreihen die Horizontalebene über die unteren Schneidezähne und die Distalseite der letzten unteren Molaren gelegt, so wölben sich die dazwischen liegenden Zähne nach unten in einer Konvexkurve. Diese Horizontalebene wird von Fabian als Okklusionsebene bezeichnet. Die richtige Lage der Okklusionsebene zum Gesichtsschädel ist von großer Bedeutung für den Anthropologen, den Orthodonten und vor allem für den Prothetiker, da die Funktionstüchtigkeit der Prothese von der richtig eingestellten Okklusionslage abhängt. Camper legte am äußeren Gesichtsschädel eine Ebene fest, die in Uebereinstimmung der Ansichten aller Autoren parallel zur Okklusionsebene liegt. Diese Ebene von Camper ist die Verbindungslinie der Mitte des beiderseitigen Ohrtragus und der Basis des Nasenflügels. Sie wird als Camper'sche Ebene oder auch als prothetische Ebene bezeichnet, wenn sie in der Prothetik zur Kauebene in Beziehung gebracht wird. Von der Kauebene sagt Graf Spee folgendes: 1. Die ganze sichtbare Kontaktlinie der Kauflächen der Molaren fällt annähernd genau auf Punkte desselben Kreisbogens; 2. Dieser die Sagittalansicht der Kaufläche bestreichende Kreisbogen streift in seiner Fortsetzung nach rückwärts den vordersten Punkt des Kondylus, der Mittelpunkt des Kreisbogens liegt in der Orbita oder darüber. Sind nun tatsächlich die prothetische Ebene und die Kauebene einander parallel? Darüber stellte Mailänder an der Universitäts-Zahnklinik in Tübingen Untersuchungen an möglichst vielen normalen Gebissen an. Von 75 Patienten mit vollständigem Gebiß, die alle über 14 Jahre alt waren, nahm Mailänder Abdrücke, deren Basisflächen zur prothetischen Ebene genau parallel waren. Mit Hilfe eines Tasterzirkels wurde der Abstand jedes Zahnes von der prothetischen Ebene, die als Horizontalachse benützt wurde,

gemessen und graphisch dargestellt. Da die Untersuchungen in exaktester Weise unter Ausschaltung aller Fehlerquellen durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse als unbedingt richtig anzusehen. Unter Benutzung der Angle-Klasseneinteilung ergibt sich, daß über zwei Drittel der untersuchten Gebisse der Angle-Klasse I angehören. Also kann man ein Gebiß, das nach der Angle-Klasse I okkludiert, „normal" nennen. Das Bild der graphischen Darstellung der Schwankungen bei den Messungen von $^{1}J^{1}$ bis $^{2}M^{2}$ und von $^{1}P^{1}$ bis $^{3}M^{3}$ zeigt deutlich, daß die Okklusionsebene im Bereich der Schneidezähne bis zu den Molaren der prothetischen Ebene parallel ist. Von der Ebene durch die Spitzen der Höcker von den ersten Prämolaren bis zu den Molaren läßt sich ebenfalls mit Bestimmtheit sagen, daß diese Ebene zur prothetischen Ebene parallel liegt. So handelt Gysi vollkommen einwandfrei, wenn er für den seitlichen Teil des Gebisses die Okklusionsebene der Bißwälle parallel zur prothetischen Ebene richtet. Kein Anhalt für die Okklusionsebene gibt die sog. Frankfurter Horizontale; sie wird durch zwei Gerade bestimmt, die vom tiefsten Punkt des unteren Orbitalrandes zum höchsten Punkt über der Mitte des Porus acusticus externus verlaufen. Eine Spezifizierung der Okklusionsstellung der Zahnreihen nimmt der Amerikaner Lee Walter Doxtater in einer sehr interessanten Arbeit vor. Da der Unterkiefer in der Lage ist, verschiedene Positionen einzunehmen, gibt es s. E. dementsprechend verschiedene Okklusionsmöglichkeiten, wie z. B. die zentrische Okklusion, die protrusive Okklusion. Wichtig für den Zahnarzt ist ferner die traumatische Okklusion, die bei der Ueberbelastung einzelner Zähne zutage tritt, und die funktionelle Okklusion, die nach einer Definition von Ottolenghi dann vorhanden ist, wenn während der Bewegungen des Unterkiefers in jeder Artikulationslage die höchste Kaumöglichkeit erzielt ist.

Ist eine normale Okklusion vorhanden, und finden wir bei normalen Größenverhältnissen der Zähne die Normalform des Zahnbogens, so sprechen wir — alles zusammenfassend — von einem normalen Gebiß. In normal-morphologischer Hinsicht stellt das menschliche Gebiß einen Teil des Organismus dar und soll sich zu den Schädelknochen, weiter natürlich zum ganzen Körper

in einer gewissen Harmonie befinden. Auf die Gestaltung des Zahnbogens im Oberkiefer wirken die verschiedensten Kräfte auf verschiedenste Art ein, so z. B. der Druck des bewegten Unterkiefers, der Druck der Zunge u. a. Mannigfache Faktoren beeinflussen außerdem die Oberkiefergestaltung, wie die Schädelform, die Form und Größe der Zähne; auch die Vererbung kann eine Rolle spielen. Der Krümmungsgrad des Zahnbogens ist bei den einzelnen Rassen verschieden groß. Aber auch da lassen sich keine starren Gesetze aufstellen, viele Variationen sind möglich. Alle Einflüsse, von denen am wichtigsten die funktionellen sind, sind individuell verschieden groß und wirken sich verschieden aus, so daß die Konstruktion eines Normalzahnbogens nutzloses Beginnen ist. Man kann höchstens das Gesetz aufstellen, daß es keine gleiche für jedes Individuum passende Bogenform gibt. Der obere Zahnbogen wird bald als halbe Ellipse, bald als Parabel oder Hyperbel angegeben, während man dem unteren Zahnbogen allgemein die Parabelform zuschreibt. Sehr treffend ist die Definition des Gebisses von Lipschitz, der sagt: „Unter einem normalen Gebiß verstehen wir ein solches, in dem die Zähne in einem Bogen stehen, der im Oberkiefer die Form einer halben Ellipse, im Unterkiefer die Form einer Parabel hat, und bei dem die Okklusion eine normale ist.“ Ueber die Form des Zahnbogens sind frühzeitig eingehende Berechnungen und Konstruktionen angestellt worden, die den Anstoß zu einer großen Reihe von Untersuchungen gegeben haben. Denn nicht nur für den Wissenschaftler war die Lösung dieser Frage interessant, sie war und ist heute noch wichtig für die Prothetik und Orthodontie. Alle Untersuchungen gehen davon aus, daß der obere Zahnbogen den Teil einer Ellipse darstellt. Wertvoll ist das Ergebnis der Untersuchungen Pont's, das in einer für den Orthodonten wichtigen Tabelle des normalen Zahnindex niedergelegt ist; nach Pont stehen Schädelform und Zahnbogenform in bestimmten Beziehungen zueinander. Interessante und wichtige Aufschlüsse über die Längen-Breiten-Beziehungen des Zahnbogens im Oberkiefer gaben die Untersuchungen Sprandl's, die in jüngster Zeit an der Universitäts-Zahnklinik in Tübingen gemacht wurden. Bei einem Vergleich der Abstandsmessungen zwischen ersten

Prämolaren und ersten Molaren stimmen Sprandl's Zahlen bei 60 % der untersuchten Gebisse mit den idealen Pont'schen Zahlen genau überein, bei 25 % decken sie sich annähernd, beim Rest zeigen sich größere Differenzen. Vergleiche der Entfernungen zwischen dem Berührungspunkt der mittleren J und dem zweiten Prämolaren einerseits und M M (dem Schnittpunkt von Medianlinie und $^1M^1$ Querlinie) andererseits geben bei 33 % gleiche Zahlen, bei weiteren 38 % Zahlen mit 1 mm Unterschied. Auch hier zeigt sich eine fast vollständige Uebereinstimmung mit dem Pont'schen Index, so daß man den Satz aufstellen kann, daß im normal okkludierenden Gebiß diese Entfernungstrecken ungefähr gleich sein müssen. Weiter findet Sprandl bei den meisten Gebissen gleiche Entfernungen zwischen J—M^1 und ^1P—P^1 bei geringen Differenzen, ebenso zwischen J—M P^2 und P^2—M P^2. Kleine Unterschiede von 1 oder 2 mm sind bedeutungslos für die Resultate dieser Untersuchungen, die drei annähernd gleiche Strecken im Oberkiefer bei Gebissen mit normaler Okklusion einwandfrei feststellen. Wie eigentlich der Zahnbogen in allen seinen Teilen entsteht, ist heute noch ein Rätsel. Gewiß wird uns die Forschung in der Artikulationslehre dahin bringen, daß wir den „individuell normalen" Zahnbogen konstruieren können. Das wird kein großes Geschenk für den Prothetiker sein, der beim zahnlosen Kiefer beim ungleichen Schwinden des Alveolarknochens im Ober- und Unterkiefer den Normalbogen rekonstruieren soll. Heute gilt es, sich stets nach den vorhandenen Kieferverhältnissen zu richten, und genauestens das Grundgesetz für das Festsitzen eines Plattenersatzes zu befolgen: die Druckbewegung von Zahn auf Zahn bei der Okklusion wie bei der Artikulation erfolgt in Vertikalrichtung auf den Alveolarfortsatz. Selbst die beste Artikulatorkonstruktion kann die Mißachtung dieser Regel nicht ausgleichen.

Der Unterkiefer des Menschen besitzt gewöhnlich die Form einer Parabel. Der Kieferkörper stellt hinsichtlich seiner Bauart eine ausgesprochene Gewölbeform wie bei den Carnivoren dar. Hierdurch wird die Stärke des Beißens vergrößert. Bei der Geburt ist der Kiefer ein gerader Balken, dessen Höhenwachstum bei der Beanspruchung durch die Schneidezähne zunimmt. Im Laufe der Jahre wird der Balken abgeknickt; es entsteht der Kieferast und

ein Gewölbe, dessen Scheitel am Beginn der Abknickung des Kiefers liegt. Es ist umstritten, nach welcher Richtung sich die Ausdehnung des aufsteigenden Unterkieferastes vollzieht, ob der Gelenkkopf nach oben gerückt ist, oder ob die Vergrößerung nur nach unten stattfindet. Wahrscheinlich wird der Kieferast nicht bloß durch Knochenanlagerung nach unten bezw. hinten verstärkt, sondern auch durch Höhertreten des Kondylus und der ihm benachbarten Teile vergrößert. Vielleicht ist der Pterygoideus ext. für die erhöhte Lage des Kondylus verantwortlich zu machen; denn je höher der Gelenkkopf liegt, desto freier und kräftiger kann die Muskulatur ihre Tätigkeit entfalten. Mit der Ausdehnung des aufsteigenden Astes nach unten steht der Digastricus in Zusammenhang. Für die „normale" Kiefergröße hat uns Bonwill ein konstantes Merkmal gegeben. Er fand nach der Untersuchung von etwa 2000 Kiefern einen Mittelwert in der Form eines Dreiecks, des sog. „Bonwill-Dreiecks". Dies gleichseitige Dreieck kommt durch die Verbindungslinie zwischen folgenden Punkten zustande: 1. dem Berührungspunkt der beiden mittleren unteren Schneidezähne, 2. den Mittelpunkten der beiden Kondyli; die Seitenlänge beträgt etwa 10,26 cm.

Von der Zahnlinie oder besser Kronenlinie, die die Anordnung der Zähne anzeigt, sagt Lubosch, daß sie einen Kreisbogen darstellt. Das ist keineswegs immer der Fall. Mit dem bloßen Auge betrachtet, erscheint die Linie wie eine Horizontale; bei genauer Untersuchung läßt sich aber oft eine geringe Krümmung feststelllen. Dem Krümmungsgrad der Zahnreihe entspricht im allgemeinen auch der Alveolarrand, aber selbstverständlich nur dann, wenn er nicht krankhaft oder traumatisch verändert ist. Während sich beim Menschen die Kronenlinie im Oberkiefer vom letzten Molaren nach vorne bogenförmig senkt, fand Lubosch, daß bei den Anthropoiden die „Führungslinie" vom zweiten Molaren nach den Lippen zu ansteige. Diese Ansicht Lubosch's, die auch Kieffer teilt, widerlegt Fabian auf Grund eingehender Untersuchungen eines größeren Schädelmaterials von Anthropomorphen. Er fand bei der Mehrzahl der untersuchten Gebisse wie beim menschlichen eine ausgesprochen bogenförmig ausgebildete Kronenlinie, die nur bei einer kleineren Zahl schwach ausgebildet war. Die gekrümmte

Zahnlinie findet sich auch bei Wiederkäuern und anderen Tieren. Die Hypothese Lubosch's über die Entstehung der Konvexlinie, sie sei das Ergebnis von Rückbildungsvorgängen bei den hinteren Molaren, wird von uns ebenso wie von Kieffer verworfen. Es erscheint überhaupt nicht angängig, die Höhenverhältnisse der Molaren für die Bildung der Zahnlinie beim Anthropoiden wie beim Menschen verantwortlich zu machen.

Der Oberkiefer zeigt bei den niederen Rassen einen sehr starken Bau und ragt mit seinem äußeren Zahnbogen über den des Unterkiefers hinaus. Bei den höheren Rassen ist er so wenig ausgebildet, daß er kleiner als der Unterkiefer ist. Schon beim Embryo übertrifft der Unterkiefer den Oberkiefer an Breite. Die Keime der unteren Milchzähne sind stark einwärts gekippt, was auch bei denen der bleibenden Zähne der Fall ist. Die oberen Back- und Mahlzähne sind oft bei mangelhafter Entwicklung des Kiefers bis zu 45° nach palatinal gekippt. Bei normalem Nahtwachstum des Oberkiefers vollzieht sich eine Aufrichtung der Back- und Mahlzähne, soweit es möglich ist, ohne daß die Niveaudifferenzstellung ganz aufgehoben wird. Die Wachstumsrichtung der Zähne, vor allem der Frontzähne, die durchgebrochen sind, wird durch starke mechanische Kräfte beeinflußt. Der Hauptfaktor bei dieser Beeinflussung ist die horizontal gerichtete Wirkung der Kieferschlußbewegung; die noch unfertige Zahnwurzel entwickelt sich in der Richtung des auf sie ausgeübten Druckes. In der Okklusionskurve sind die Zahnkronen schräg nach vorne gelegen, also die Zahnwurzel rückwärts gelagert. Die Vor- und Seitwärtsbewegung ist nur ein Mithelfer bei der Einstellung der Frontzähne hinsichtlich ihrer Steilstellung. Nebenbedeutung hat bei der Einwirkung die Muskulatur der Lippen, Wangen und Zunge. Ein, zwei Jahre nach dem Erscheinen werden die oberen Schneidezähne infolge der Vor-Aufwärtsbewegung des Unterkiefers auswärts gedrückt, und zwar umso stärker, je kräftiger die unteren Schneidezähne nach vorne bewegt werden. Diese Vorwärtsbewegung des Unterkiefers hängt von der Höhe der Backzahnhöcker ab. Je flacher diese sind, desto weniger werden die unteren Schneidezähne nach vorn, sondern mehr seitwärts geführt. Sind die Backzahnhöcker sehr hoch, so kommt aus der Kieferbewegung heraus eine starke Schrägstellung der oberen Schneidzähne, ein hochgradiger Ueberbiß zustande.

Auch die mehrwurzeligen Zähne sind dem Druck der Kiefermuskulatur ausgesetzt, sie müssen ein Kompromiß eingehen. Die Zähne mit hohen Höckern im Ober- und Unterkiefer verändern die „positive“ Höckerhöhe in eine „relative“: die Außenhöcker werden höher gerückt.

Wenn wir von einer Bissart sprechen, so verstehen wir darunter die Art des Zusammentreffens der Schneidezähne im Ober- und Unterkiefer. Nach Schröder gibt es folgende physiologische Bißformen: 1.) den orthognathen Biß (Scherenbiß), 2.) den mesognathen Biß, 3.) den geraden Biß (Kopf- oder Zangenbiß), 4.) die physiologische Prognathie, 5.) die physiologische Progenie. Für die ersten drei Bißarten erübrigt sich wohl eine nähere Erklärung, für die beiden letzten seien kurze Definitionen beigefügt. Bei der physiologischen Prognathie sind bei vorstehenden Kiefern die unteren Zahnkronen schräg nach oben, die oberen schräg nach unten gerichtet; bei der Progenie tritt der Unterkiefer stark hervor, woraus meistens der Kopfbiß resultiert. Welche Bißform als normal zu bezeichnen ist, darüber sind die Ansichten geteilt. Schröder stellt die These auf, daß die Bezeichnung „normal“ nur auf die Bißart angewandt werden darf, die funktionell die wertvollste ist, also die beste Kauarbeit leistet. Das ist seiner Ansicht nach der Kopfbiß. Zum Beweis sagt er, daß beim Kopfbiß die meisten und größtmöglichen Berührungsflächen zwischen den beiden Zahnreihen vorhanden sind. Welche Bewegung — ob Schneide- oder Mahlbewegung — ausgeführt wird, stets stehen sämtliche Zähne des Ober- und Unterkiefers in Kontaktstellung. Beim Scherenbiß dagegen klafft beim Zusammentreffen der Schneidezähne bei den Back- und Mahlzähnen eine Lücke, während bei der Okklusion der Back- und Mahlzähne bei den Frontzähnen eine Lücke entsteht. Dieser Ansicht Schröders über den hohen Wert des Kopfbisses tritt Müller entgegen, der den Scherenbiß für funktionell wertvoller hält. Beim Schneidezahnüberbiß gleiten die unteren Frontzähne an den Palatinalflächen der oberen entlang; wie von einer Schere wird die Nahrung zerschnitten, mit viel größerer Kraft und längerer Schneideeinwirkung als beim Kopfbiß, wo die senkrecht aufeinander treffenden Schneidekanten nur eine Spaltungswirkung erzielen. Diese Wirkung beim Kopfbiß wird noch vermindert durch

die geringere Höckerhöhe, die weiterhin eine Verminderung der Oberflächengröße zur Folge hat, auf der die Zerreißungsarbeit geleistet wird. Beim Scherenbiß sind die Höcker viel größer, die beim Kopfbiss durch den Höcker-auf-Höcker-Biss oft vollständig glatt geschliffen sind. Je höher aber die Höcker sind, desto länger ist die Bahn für die Seitwärtsbewegung, desto effektvoller ist die Kaubewegung. Man kann sich vielleicht im ganzen der Beweisführung Müllers über den Wert des Schneidezahnüberbisses anschließen. Sicher ist aber in funktioneller Hinsicht der schwache bis mittlere Ueberbiß am wertvollsten, der zu seiner Ueberwindung nur mittelstarke Kieferbewegungen erfordert. Das Ideal stellt im „normalen Gebiß" unzweifelhaft der ganz flache Scherenbiss dar; bei ihm überragen die oberen Schneidezähne bei geringer Achsenneigung nach labial die unteren nur wenig. Weiter sind dabei die Höcker der Seitenzähne schwach ausgebildet, ihre Kauflächen nur wenig geneigt, die Okklusionskurve ganz leicht gekrümmt.

Die Neigung der oberen Schneidezähne zur Kauebene ist verschieden groß; sie schwankt durchschnittlich zwischen 50° und 65°. Von einer Beziehung zwischen Schneidezahnneigung und Kauebene kann nicht gesprochen werden. Eine Uebersicht über die Häufigkeit des Schneidezahnüberbisses erhalten wir von Mailänder, der bei den 75 untersuchten Gebissen 35 (also fast 50%) mit mittlerem Ueberbiß fand; d. h. bei ihnen deckten die oberen Schneidezähne etwa ein Drittel der unteren. 16 Gebisse wiesen einen schwachen Ueberbiß auf, 18 einen tiefen und nur 6 Gebisse den Kopfbiss. Eine Beziehung zwischen Schneidezahnüberbiß und dem Angle'schen System läßt sich nicht feststellen. Der Ueberbiß stellt bei den Europäern eine gewöhnliche Erscheinung dar, bei den Naturvölkern findet er sich nicht so häufig. Welcker untersuchte die Gebisse der Bewohner aller Erdteile und brachte folgende Ergebnisse: er fand den Kopfbiß bei den Australiern in 100%, den Amerikanern in 84,6% (bei den unkultivierten Stämmen in 93,7%), den nördlichen Mongolen in 62,4%, den Negern in 53,1%, den Romanen nur in 12,5% und den Deutschen in 17,6%. Der Scherenbiß ist am häufigsten bei den romanischen Völkern mit 87,5% zu finden, die Deutschen folgen mit 79,6%. Die Ergebnisse der Unter-

suchungen, die Fabian anstellte, bestätigen im ganzen die Zahlen Welckers. Interessant ist die Angabe Fabian's über den Grad des Ueberbisses: bei 24 deutschen Schädeln mit Scherenbiß fanden sich 7 Fälle leichtgradigen Ueberbisses, bei 19 afrikanischen dagegen 11 mit schwachem Ueberbiss. Weiter stellte Fabian nach Untersuchungen deutscher und afrikanischer Schädel fest, daß bei beiden Schädelgruppen gemeinsam oberhalb der mittleren Tuberkulumhöhe Zunahme in der Häufigkeit des Ueberbisses und Abnahme des Kopfbisses, und umgekehrt unterhalb der mittleren Tuberkulumhöhe Zunahme des Aufbisses und Abnahme des Ueberbisses zu finden ist. Es läßt sich daraus folgern, daß tatsächlich der Schneidezahnüberbiß häufiger bei einem höheren Tuberkulum anzutreffen ist, als der Kopfbiß. Ob und in welcher Art ein innerer Zusammenhang zwischen Ueberbiß und Gelenkhöcker besteht, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. Lubosch macht den Grad des Ueberbisses für die Höhe des Tuberkulums, und den Weg, den die unteren Schneiden bis zur Berührung mit den oberen zurücklegen, für die Breite des Tuberkulums in der Richtung von hinten nach vorn verantwortlich. Es ist aber durchaus nicht notwendig, daß zur Ueberwindung des Schneidezahnüberbisses ein Tub. articulare vorhanden ist. Nach der Ansicht Fabians kann die Drehbewegung, die die größere Höhe eines Bissens zu nehmen hat, auch diese kleine Niveaudifferenz überwinden. Er fand bei den untersuchten Tieren starken Ueberbiß und ebene Gelenkfläche. Kieffer ist der gleichen Ansicht wie Fabian; bei seinem Material war ein Tuberkulum in keinem Falle zu finden. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß der Scherenbiß das Tuberkulum nicht bedingt, also auch an seiner Entstehung nicht mitgeholfen haben kann.

Wie oben gesagt, kann die Einstellung der bleibenden Frontzähne durch die Höckerhöhe der Prämolaren und Molaren beeinflußt werden. Die Zahnhöcker stellen die Folge der Einsenkung auf der Kaufläche, der sog. „Kaurinne“ oder „Kaufurche“ dar; ist die Kaufurche breit, so sind die Höcker niedriger. Die Höhe der Zahnhöcker nimmt von den Schneidezähnen aus nach den letzten Molaren hin zu. Die Zahnform wie die Höhe der Höcker sind angeboren und individuell verschiedenartig; sie stellen einen Faktor dar, mit dem die Muskeln rechnen müssen, und üben daher einen

Einfluß auf die Bewegungen der Muskeln und des Kiefers aus. Die Bildung der knöchernen Gelenkbahn selbst kann von Seiten der Backzähne keine nennenswerte Einwirkung erfahren, da die Gelenkbahn beim Durchbruch des ersten Molaren schon vorhanden ist. Meistens ist ein physiologischer Ausgleich zwischen Gelenkbahn und Zahnform festzustellen: flache Höcker bedingen eine flache Gelenkbahn und umgekehrt. Wenn aber Gelenkbahn und Höckerhöhe nicht zueinander passen — z. B. die Höcker sind bei steiler Gelenkbahn zu kurz, um den Tiefgang des Gelenkkopfes zu kompensieren — so wird der Kiefer nicht nach vorn, sondern sofort lateral geführt; das ist die sog. Bennet-Bewegung. Sind dagegen hohe Zahnhöcker vorhanden, so bedarf der Kiefer zur Ueberwindung des Einbisses einer langen Führungsfläche im Gelenk; das Capitulum steht daher tief in der Fossa mandibularis. — Durch die Kieferbewegungen in der Horizontalebene werden die Zahnhöcker in eine bestimmte Höhenlage gebracht: sehr gut paßt die Bezeichnung „Niveaukurve" dafür. Die Niveaukurve der äußeren Zahnhöcker liegt höher als die der inneren, den Unterschied kennzeichnet die „Niveaudifferenz". Bei normalem Breitenwachstum des Oberkiefers stellen sich die Zähne mit niedrigen Höckern in geringere Niveaudifferenz als die mit hohen Höckern, da durch den Bewegungsbiß die Niveaudifferenz stärker ausgeglichen werden kann. Ist das Breitenwachstum des Oberkiefers ungenügend, so finden wir bei Zähnen mit niedrigen Höckern eine große Niveaudifferenz. Demnach sind auf die Niveaudifferenz von Einfluß: die Wachstumskraft des Kiefers, die Höckerhöhe und die Mechanik der Kieferbewegungen. Die Niveaudifferenz, die Niveauverschiebung der Zahnhöcker, ist auf beiden Kieferseiten nicht gleichmäßig und auch bei den Zahngruppen verschieden. Je weiter ein Zahn von der Drehachse für die Seitwärtsbewegung des Kiefers entfernt ist, um so flachere Bewegungsbahnen des Kiefers wirken auf ihn ein, um so geringere Niveaudifferenz verlangen die Zahnhöcker. In der Prothetik wird die steile Gelenkbahn bei der Seitwärtsbewegung des Kiefers in der Hauptsache durch niedrige oder hohe Höcker und deren Niveauverschiebung kompensiert; in zweiter Linie hat die sog. Okklusionskurve bei der Kompensation mitzuwirken. Die Okklusionskurve kommt dadurch zustande, daß die Kaufurchen

der Prämolaren und Molaren in der Sagittalebene an- und hintereinander nicht in einer geraden Linie, sondern bogenförmig angeordnet sind. Die Kurve liegt auf den Kauflächen und ist natürlich bei der Betrachtung des Schädels von der Seite her nicht sichtbar, weil man gegen die verdeckenden Zahnhöcker schaut. Genau genommen sind zwei Okklusionskurven zu unterscheiden, nämlich eine im Oberkiefer und eine im Unterkiefer. Bei der Seitwärtsbewegung des Unterkiefers gleiten die unteren Backzähne der betr. Seite mit den Außenhöckern an den gleichnamigen Höckern der oberen frei vorbei; der Radius der Kurven beim Ober- und Unterkiefer ist gleich groß. Die Kurve über die Außenhöcker der unteren Backzähne ruft die obere Okklusionskurve hervor. Da nun die unteren Außenhöcker dieselbe Kurvenkrümmung wie die oberen haben, so zeigt uns die Krümmung der oberen Außenhöcker die — nicht sichtbare — obere Okklusionskurve an. Diese sichtbare Kurve der oberen Außenhöcker wird durch den horizontalen Bewegungsbiß hervorgerufen, nicht etwa durch das vertikale Zusammenbeißen der Kiefer. Die Okklusionskurve, die auch Kompensationskurve oder Spee'sche Kurve genannt wird, ist individuell verschieden stark ausgepägt. Graf Spee war noch der Ansicht, daß die Krümmung der unteren Zahnreihe in Beziehung stehe zur Gelenkbahn, und daß die Bewegung des Unterkiefers einem Kreisbogen folge, dessen Mittelpunkt in der Orbita oder darüber liege. Gysi beweist, daß diese Verhältnisse nur für Wiederkäuer in Frage kommen. Nach Peckert hilft die Okklusionskurve beim Ausgleich des Frontzahnüberbisses und erreicht nach dessen Ueberwindung einen Kontakt in der Molarengegend. Gysi bestreitet die ausgleichende Wirkung. Nach Schröder sind Kompensationskurve und Neigungsfläche der Höcker wichtig für den Ausgleich des Ueberbisses. Wodurch die Okklusionskurve hervorgerufen wird, ist heute noch unklar. Die Vorschiebebewegung ruft ebensowenig wie die Seitwärtsbewegung des Kiefers die Okklusionskurve hervor; auch die Schließbewegung hat keinen Anteil daran. Müller nimmt an, daß der erste untere Molar, der bei der zweiten Dentition zuerst durchbricht, vielleicht die Okklusionskurve bestimmt. Er bricht in der Richtung von vorn unten nach hinten oben schräg gelagert durch; die vordere Hälfte kann nur bis an

den oberen Milchmolaren heranwachsen, die hintere kann unbehindert höher steigen, wenn die distale Wurzel genügend Wachstumsenergie besitzt. Diese Schräglage nach rückwärts kann bestimmend für die Krümmung der Okklusionskurve sein. Daß man an das Vorhandensein von Beziehungen zwischen Kiefergelenk und Zähnen resp. Okklusionskurve schon frühzeitig glaubte, zeigen Hunter's Aufzeichnungen (1771). Graf Spee wies eingehender auf diese Beziehungen hin und behauptete, der Kreisbogen, in dem die Zähne des Unterkiefers angeordnet sind, treffe in seiner Verlängerung den vordersten Punkt des Gelenkkopfes. Im Prinzip hatte Spee recht; es kommt aber als Verbindungspunkt auf dem Kondylus nur die Kontaktstelle in Betracht, die dem Tub. articulare zugewandt ist, außerdem finden sich nicht bei jedem Gebiß solche gesetzmäßigen Verhältnisse. Man kann jedenfalls von einer abhängigen Beziehung zwischen Kondylus und Kauflächenlinie sprechen. Spee ist der Ansicht, daß die Entwicklung der Okklusionskurve an das Vorhandensein des Tub. artikulare gebunden ist, denn bei Huftieren, Wiederkäuern und Anthropoiden seien das Tuberkulum wie die Kurve vorhanden. Fabian widerlegt auf Grund von Untersuchungen an umfangreichem Tiermaterial die Meinung Spee's. Die Kompensationskurve ist bei den Wiederkäuern und vielen Affenarten fast immer zu finden, ein Tub. artikulare, wie es beim Menschen in charakteristischer Form besteht, ist nirgends in der Tierreihe — mit Ausnahme des Pferdes — festzustellen. Wohl gibt es eine nach vorne unten geneigte Gelenkfläche, ohne daß man aber vom Vorhandensein eines Tuberkulums sprechen kann. So ist die Entwicklung der Okklusionskurve nicht an das Vorhandensein des Tub. articulare gebunden. Auch beim menschlichen Kiefer, wo immer ein Tuberkulum vorhanden ist, sind Zahnkurve und Tuberkulum unabhängig voneinander. Von einer gesetzmäßigen Proportionalität zwischen Tuberkulum und Zahnkurve kann keine Rede sein. Auch eine Abhängigkeit zwischen Tuberkulumshöhe und Zahnhöckern besteht nicht. Wohl aber stellte Fabian bei Untersuchungen an verschiedenen Tiergruppen fest, daß die Entstehung einer Zahnkurve von Kauflächen abhängig ist. Sind bei den Raubtieren die Zähne kurvenförmig angeordnet, so finden sich mehr oder weniger entwickelte Kauflächen; dagegen sind bei den

Carnivoren, bei denen die Zähne in schräg verlaufender Ebene angeordnet sind, die Zähne spitzhöckrig ohne Kaufläche. Bei der Artikulation gleiten diese Zähne wie die Teile einer Schere aneinander vorbei, während in dem andern Fall die Kauflächen aufeinander treffen. Selbstverständlich muß nicht unbedingt bei vorhandenen Kauflächen auch eine Kurve da sein. Bei Untersuchungen von Affengebissen wie auch von Menschengebissen kann man oft feststellen, daß die Okklusionskurve nur angedeutet oder gar nicht vorhanden ist. Bei einigen Affenarten ist sogar die Krümmungsform der Oberkieferzahnreihe konkav; diesem umgekehrten Krümmungsverhältnis entsprechend ist die Kauflächenlinie im Unterkiefer nach oben zu konvex.

Wie wirkt nach mechanischen Gesetzen der Unterkiefer bei der Artikulation? Ist er ein ein- oder zweiarmiger Hebel? Nach Wilson liegt in der Nähe der Anheftungsstelle des Masseter und Pterypoideus int. ein Hypomochlion; hier liege auch der Druck, und nicht auf dem Gelenkkopf. Diese Ansicht ist irrig, weil der Drehpunkt eines Hebels nur solch Punkt ist, auf den keine aktiven Kräfte wirken. Die Resultierende aus den Kräften des Masseter, Pterygoideus internus und Temporalis geht schräg rückwärts zur Gelenkkopfbahn; nur auf diese Weise kann das nach vorn abwärts gerutschte Köpfchen nach hinten aufwärts gezogen werden. Der Unterkiefer ist kein zweiarmiger, sondern ein einarmiger Hebel, und zwar ein Schwinghebel: der Kieferkopf ist nicht das Hypomochlion, sondern der Kiefer dreht sich um einen Punkt, außerhalb von ihm. Ebenso stellt für die Vor- und Seitwärtsbewegung das Tuberkulum artikulare keine conditio sine qua non dar. Allerdings überwinden die beiden Bewegungsarten leichter auf der schrägen Gelenkbahn den Unterbiß; sie bedingen aber das Tub. nicht. Die Facies praeglenoidalis hat sich bei den hochstehenden Säugern zum Tub. articulare entwickelt. Es ist nach Lubosch entstanden: 1. durch die Umwandlung des labidodonten Gebisses in das psalidodonte, 2. durch die Ausbildung der Okklusionskurve. Das Zurücktreten der unteren Zähne hinter die oberen soll in der beim rezenten Menschen erfolgten Verkürzung der Kiefer begründet sein. Obwohl bei manchen Individuen der Zangenbiß vorhanden ist, so ist doch ein wohl ausgebildetes

Tuberkulum zu finden. Es ist interessant zu forschen, wodurch die Entstehung des Gelenkhöckers, von dem sich beim menschlichen Embryo, wie beim Neugeborenen keinerlei Andeutung findet, hervorgerufen wird. Sicher ist sie auf die einsetzende Inanspruchnahme des Kiefergelenks zurückzuführen. Sowohl beim Verschieben wie bei der Oeffnung des Kiefers benötigt der Gelenkkopf eine Abstütz- wie Führungsfläche, die durch Reizwirkung entsteht. Die schräge Zugkraft, die durch die Tätigkeit der Pterygoidei externi und der Zungenbeinmuskeln entsteht, regt nach Müller's Ansicht die Bildung der Gelenkbahn, die zum Tuberkulum ansteigt, an. Müller stellt die These auf, daß das Tub. das Produkt aus der Vorschiebe- und Oeffnungsbewegung des Unterkiefers darstellt. Nach Fabian kann der M. Pterygoideus ext. die Bildung des Tuberkulum nicht veranlaßt haben, der s. E. sogar hemmend auf die Höherbildung des Gelenkhöckers wirkt. Er nimmt an, daß der M. Mylohyoideus das Tub. herabzieht und die Bahn entlang dem Tub. bilden hilft. Fabian stimmt mit Langer darin überein, daß auch beim Neugeborenen, bei dem die Schläfenfläche fast ganz eben ist, der Bewegungsmodus derselbe wie beim Erwachsenen ist; denn er ist ja mehr von der Muskulatur als von der Form der Gelenkflächen abhängig. Wie man sich auch die Entstehung des Tub. zu erklären versucht, es bleiben stets Unklarheiten zurück. Mit Recht stimmen alle Autoren der Lehre Wilhelm Roux' über die funktionelle Anpassung zu, daß nämlich die Funktionsänderung, die beim menschlichen Kieferapparat stattgefunden hat bezw. noch stattfindet, eine Einwirkung auf das Kiefergelenk zur Folge gehabt hat; die charakteristischen Merkmale der Funktionsänderung sind die Kieferöffnungsbewegung und das Tuberkulum. Vergleicht man die menschlichen Gelenke untereinander, so erstaunt man über die großen Schwankungen der Gelenkformen. Ob und inwiefern die Schädelformen mit der Höhe des Tuberkulums in einem Zusammenhang stehen, ist noch nicht sicher festgestellt. Bei den beiden Geschlechtern fand man ein hohes Tub. in der Mehrzahl bei Männern, ein mittleres und niedriges häufiger bei Frauen. Bei kindlichen Schädeln ist das flache Tub. öfters zu finden als das höhere, ohne daß aber jeder ältere kindliche Schädel gegenüber dem jüngeren ein höheres Tub. besitzt. Ueber atrophische Vorgänge

am Tub. ist nichts bekannt. Die Neigung der sagittalen Gelenkbahn ist individuell verschieden groß und schwankt zwischen den Winkelzahlen 5° und 60°. Es kommen auch Unterschiede bei demselben Individuum zwischen rechter und linker Seite vor. Die Untersuchungen der Neigung der Gelenkbahn sind hauptsächlich am zahnlosen Kiefer gemacht worden, u. zwar extraoral und intraoral. Schröder hält die extraoralen Messungen Gysi's nicht für einwandfrei, da man unmöglich die Lage der Kondylenzentren am Lebenden genau bestimmen könne. In Tübingen haben extraorale Messungen beim bezahnten Kiefer einwandfreie Resultate ergeben, da alle Ungenauigkeiten durch exaktes Arbeiten ausgeschaltet wurden. Buri stellte intraorale Messungen beim bezahnten Kiefer an; er untersuchte 10 Gebisse mit normaler Okklusion und nahm drei extraorale Kontrollmessungen vor. Das Ergebnis war, daß die intraoralen Messungen mit den extraoralen übereinstimmten mit Differenzen bis zu 2°, die innerhalb der möglichen Fehlergrenzen lagen. Die Gelenkbahnneigung variierte zwischen 8° und 34°; sie zeigte lediglich in zwei Fällen für links und rechts die gleiche Gradzahl. Nur zwei Gebisse von den untersuchten zehn mit normaler Okklusion zeigten alle Voraussetzungen für einen normalen Kieferbau. Interessant ist die Feststellung Buri's, daß Gelenkbahnneigung und Schneidezahnüberbiß in keinerlei proportionalem Verhältnis zueinander stehen, daß ebenso auch die Schneidezahnneigung von der sagittalen Gelenkbahnneigung unabhängig ist. In unerforschtes Land dringt Buri mit der Beobachtung von Paradentose bei jugendlichen Individuen mit anormal okkludierenden Gebissen bei ziemlich flacher Gelenkbahn, tiefem Biß und geringer Schneidezahnneigung. Ebenso findet er frühzeitige Paradentose bei ausgeprägt tiefem Biß, ziemlich flacher Gelenkbahn und steiler Schneidezahnneigung, in einem anderen Falle bei steiler Gelenkbahn, sehr tiefem Biß und steiler Schneidezahnneigung. Mit Recht weist Buri auf die Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen Gelenkbahn und Paradentose hin; ein Wink, den die Paradentoseforscher nicht unbeachtet lassen sollten. Die Lage der Gelenkbahn läßt sich in ihrem Verhältnis zur Okklusionskurve so bestimmen: sie ist entweder die Fortsetzung der Okklusionskurve oder liegt parallel zu ihr, oder beide schneiden sich in einem nach hinten offenen Winkel.

Außer Tuberculum und Gelenkbahn gehört der Diskus zum Kiefergelenk, das in Wirklichkeit aus zwei getrennten Gelenken besteht, einem oberen Gleit- und unteren Scharniergelenk. Jeder Gelenkraum ist in sich geschlossen und funktionell ziemlich unabhängig vom andern. Das Kiefergelenk stellt unzweifelhaft das komplizierteste aller menschlichen Gelenke dar; alle die Bewegungen, die wir bei den Tiergelenken in Einfachheit finden, werden vom menschlichen Gelenk in verschiedenen Kombinationen ausgeführt. Es ist aufschlußreich, die Kieferbewegungen der Carnivoren, Ruminantia und Rodentia kurz kennenzulernen. Bei den Carnivoren findet sich ein Scharniergelenk, mit dem eine einfache Oeffnungs- und Schließbewegung um eine horizontale Achse ausgeführt wird. Die spitzhöckerigen Seitenzähne verhindern eine Seitwärts- und Vorschubbewegung. Die Aufgabe des Gebisses ist das Zerreißen der Fleischnahrung und die Zerkleinerung der Knochen. Bei den Ruminantia bewegen sich flach konkave, schräg eingestellte Gelenkköpfe in konvexen Schädelgelenkhöckern. Das Fehlen der oberen Schneidezähne und höckerlose, faltige Kauflächen ermöglichen weitgehende mahlende Seitwärtsbewegungen des Kiefers, die das Zerreiben der rohen Pfanzennahrung ermöglichen. Bei den Rodentia gleiten die Kieferköpfe als sagittale, parallel laufende Walzen in rinnenförmigen Gelenkpfannen und ermöglichen nur die Vor- und Rückschiebebewegung. Flache Seitenzähne und kräftige Vorderzähne begünstigen die „Nage"-Tätigkeit.

Beim Menschen ist eine Kieferbewegung in allen Richtungen des Raumes möglich; es werden Vor- und Rückwärts-, Oeffnungs- und Schließ- sowie Seitwärtsbewegungen ausgeführt. Die Schneidezähne wirken bei der Vor- und Rückwärtsbewegung wie Schere oder Meißel; das Zerreißen führen die Eckzähne aus. Bei den Prämolaren wird auf der Oberfläche die Speise festgehalten und bei einer neuen Kieferschlußbewegung von den Höckern zerlegt; in der Grube werden festere Bestandteile zerdrückt. Die Molaren haben die Aufgabe, die Zellulosenmembran der Vegetabilien zu sprengen und die freien Teile zu zermahlen, denn die Stärkevorverdauung findet vom Speichel des Mundes aus statt. Die Seitwärtsverschiebung, die die volle Zermahlung der Speisen durchführt, ist von besonders großer Wichtigkeit für den Organis-

mus. Fehlt diese Kautätigkeit, so sprechen wir von „Schlingern"; sie kauen die Nahrung ungenügend, speicheln sie mangelhaft ein und leiden an Fehlern am Verdauungstraktus.

Bei der Vorwärtsbewegung des Kiefers gleiten die unteren Frontzähne an der Rückwand der oberen entlang nach abwärts und vorwärts, bis die Scheidekanten sich berühren. Daran schließt sich die Hebung des Kiefers nach oben und vorn bis über die Schneiden der oberen Frontzähne hinaus. Fick nennt die erste Phase, deren Schlußstellung die Schneidezähne in Kantenberührung zeigt, eine einfache Schubbewegung, bei der sich der Unterkiefer parallel zu den Palatinalflächen der Oberkieferschneidezähne abwärts und vorwärts bewegt. Diese Ansicht ist nicht zu teilen, wie auch Schröder solch eine Parallelverschiebung für unmöglich hält, da die Palatinalflächen der Schneidezähne und die Gelenkbahn denselben Neigungswinkel haben müßten. Durchschnittlich variiert der Neigungswinkel der Gelenkbahn bis 55°; der der Palatinalflächen der Schneidezähne liegt zwischen 50° und 80°. Wir haben es mit keiner einfachen Schubbewegung zu tun, sondern mit einer kombinierten Dreh- und Gleitbewegung, wobei individuell Unterschiede hinsichtlich der Beteiligung der einen oder andern Bewegung bestehen. Den Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht liefert die Untersuchung der Schliffflächen an der Labialseite der unteren Schneidezähne und den Palatinalflächen der oberen, die durch die Abbeissbewegung hervorgerufen werden. Diese Abschleifungen entsprechen durchaus nicht in ihrer Richtung der Schubbewegung; sie bedecken nur einen Teil der Palatinalflächen der oberen Schneidezähne und beweisen damit die Kombinationsbewegung von Vorwandern und Abwärtsrotieren des Kiefers. Die Abwärtsbewegung ist ein Leerlauf, die Backzähne klaffen; das Klaffen ist umso größer, je steiler die Gelenkbahn ist. Außer von der Form und Neigung der Gelenkbahn ist die Vorwärtsbewegung abhängig von den Zahnverhältnissen, Schneidezahnüberbiß, Schneidezahnführungswinkel, Höckerhöhe der Prämolaren und Molaren. Das im Verlauf der Vorwärtsbewegung erfolgende Rotieren und Gleiten ist ungleichmäßig verteilt. Ein Zentrum gibt es für die Vorschiebebewegung nicht; das Zentrum — die Achse — wandert auf der kurvenförmigen Polbahn. Das Kiefergelenk bewahrt seine

Selbständigkeit, ob der Kiefer bezahnt oder unbezahnt ist; ebenso selbständig kann das Rotieren jederzeit erfolgen. Die zweite Phase der Vorwärtsbewegung besteht darin, daß die Unterkieferschneidezähne von den Schneiden der oberen Frontzähne weg nach vorne und aufwärts gleiten und einige Millimeter vor und oberhalb der oberen Schneidezahnkanten stehen. Diese zweite Phase ist wie die erste eine kombinierte Bewegung. Es findet gleichzeitig eine Verschiebung des Kondylus und eine Drehung um die Transversalachse statt. Eine praktische Bedeutung kommt diesem zweiten Akt der Vorwärtsbewegung nicht zu. Die Rückwärtsbewegung des Unterkiefers zur Okklusionsstellung erfolgt im umgekehrten Sinn wie die Vorwärtsbewegung. Schröder nennt diese beiden Bewegungsarten „artikulierende Bewegungen", weil mehr oder weniger immer ein Kontakt zwischen den Zahnreihen aufrecht erhalten wird, im Gegensatz zur Oeffnungs- und Schließbewegung.

Diese Bewegung kann vom Unterkiefer entweder von der Schlußstellung oder der Vorbißstellung aus gemacht werden. Ferrein war schon bekannt, daß die Oeffnungsbewegung beim Menschen nicht in einer einfachen Kieferdrehung um eine feststehende Achse wie beim Tier besteht, sondern daß es sich auch hier um eine kombinierte Bewegung handelt. Einmal führt das Köpfchen eine Gleitbewegung im oberen Gelenk aus, bis es auf der Höhe des Tuberculums durch das Anspannen der Gelenkkapsel wie der Schließmuskulatur am weiteren Vordringen gehindert wird. Gleichzeitig findet im unteren Gelenk eine Drehung um die quere Kondylusachse statt. Bei fast unmerklichem Oeffnen des Mundes schreitet der Gelenkkopf so gut wie garnicht vorwärts; das Köpfchen dreht sich nur. Bei weiterem Oeffnen setzt aber sofort die Gleitbewegung nach vorwärts ein. Nach Untersuchungen Sicher's wird bei der maximalen Oeffnung oft bis zu $^2/_3$ eine reine Scharnierbewegung ausgeführt, was er durch Röntgenbilder belegt. Im Ganzen ist zu sagen, daß die Verteilung zwischen Gleit- und Drehbewegung individuell verschieden ist und von muskulären und innervatorischen Faktoren abhängt. Die Oeffnungsbewegung findet also nicht um einen fixen Drehpunkt statt, sondern um einen wandernden. Im Anfang liegt das Drehzentrum fast im Gelenkkopf selbst bezw. unmittelbar unter ihm. Bei fortschreitender Oeffnung

wandert es im Rotationsfelde abwärts und später vorwärts, um sich bei weitestem Oeffnen dem Gelenkkopf wieder zu nähern. Die Höhenlage der Drehachse schafft die Druckrichtung des zusammenbeissenden Kiefers; ist sie im Artikulator falsch angeordnet, so entsteht im Mund eine Differenz in der Druckrichtung, so daß die obere und untere Prothese falsch zusammentreffen und losgehebelt werden. Wir gebrauchen für unsere Artikulatoren nur das Zentrum für die Bewegung kurz vor dem Kieferschluß, das etwa in halber Höhe zwischen dem Gelenkkopf und der Okklusionsebene liegt. Es ist heute noch unmöglich, die Lage der Oeffnungsachse im Artikulator in ihrer individuellen Verschiedenheit, weder in der Entfernung vom Schneidezahn, noch in der richtigen Höhenlage nachzuahmen. Der Weg der unteren Schneidezähne bei der Oeffnung stellt in den meisten Fällen kleine Kreisbogenform dar. Wohl ist aber eine Kreisbahn auch bei wandernder Drehachse möglich, wobei nicht alle Punkte des Unterkiefers Kreise zu beschreiben brauchen.

Es ist nun interessant, nach der tieferen Ursache für die Dreh-Gleitbewegung beim Oeffnen des Mundes zu forschen. Sie liegt wohl keineswegs darin, daß in dieser Bewegung des Köpfchens eine große Freiheit besteht, wie Henke behauptet. Braus erblickt in dieser Bewegungsart einen Schutz für den Nervus facialis und die großen Gefäße in der Fossa retromandibularis, das For. mandibulare liegt so an der ruhigsten Kieferstelle. Fabian sieht das Bedeutungsvollste darin, daß bei dieser Bewegung die unteren Schneidezähne weniger hinter die oberen zurücktreten, wie es bei der Scharnierbewegung der Fall wäre. Auf diese Weise treffen bei der Abbeissbewegung die oberen und unteren Frontzähne senkrecht mit ihren Schneidekanten aufeinander. Die Nahrung wird durchgeschnitten und durch die „Retropulsion“ — das Zurückziehen des Unterkiefers in die Okklusionsstellung — abgerissen. Dienen bei manchen Tieren die Zähne nicht zum Zerkleinern, sondern zum Festhalten bezw. Zerreißen der Nahrung, so liegt das Kiefergelenk in der Ebene der Kieferschlußlinie bezw. nur wenig etwas oberhalb: die unteren Zähne treten beim Oeffnen stark hinter die oberen zurück. Mit der Lage des Gelenks ist eng verknüpft die Länge des aufsteigenden wie des horizontalen

Kieferteils und weiter die Kiefergestaltung im Rahmen des übrigen Schädels. Beim Menschen ist das Verhältnis zwischen dem mittelgroßen aufsteigenden Kieferast und dem kurzen horizontalen Kieferteil sehr ungünstig. Der Mechanismus der Vorwärts-Abwärtsbewegung sucht einen Ausgleich in glücklicher Weise zu erreichen: der Kondylus wird an die Okklusionslinie herangerückt — der Kieferast sozusagen verkürzt; der Kiefer wird vorgeschoben — also sozusagen verlängert. Im Zusammenhang mit der Verkürzung des Unterkiefers ist eine Funktionsänderung bei der Oeffnungsbewegung eingetreten: es wird keine Scharnier-, sondern eine Dreh-Gleitbewegung ausgeführt. Mit dieser Funktionsänderung fallen die Entstehung des Tub. articulare und der häufig zu findende Schneidezahnüberbiß zusammen. Das Oeffnen des Mundes wird von der Schwere des Unterkiefers und den Muskeln bewirkt. Die meisten Autoren nehmen an, das der M. pterygoideus ext. den Kondylus vorwärts-abwärts bewege, während der Digastricus und die suprahyoidalen Muskeln den Kiefer nach hinten drehen. Fabian widerspricht dieser Ansicht; s.E. ruft der M. mylohyoideus die Gleitbewegung und das gleichzeitige Rotieren der Kondyli hervor. Die Wirkung des Mylohyoideus bestehe darin, daß durch den hinteren Teil seiner Fasern der Kondylus nicht nur nach unten, sondern gleichzeitig auch nach vorne gezogen würde. Das ist der Weg, den das Tub. articulare vorschreibt. Nach S. Mollier spielen bei den Oeffnungsbewegungen die Bewegungen des Schädels eine große Rolle. Bei der Oeffnungsbewegung um die freie oder feste Unterkieferachse erfolgen Schädeldrehungen um eine frontale Achse und Mitbewegungen im Atlanto-epistropheal-Gelenk und in der Halswirbelsäule. Die wirkenden Kräfte sind gegeben in dem Gewicht der Teile, im Tonus der Nackenmuskeln, des Longus capitis, Rectus cap. ant. und der vorderen Halsmuskeln. Auch bei feststehendem Unterkiefer kann durch entsprechende Kontraktion der Nackenmuskeln die Oeffnung des Mundes erreicht werden. Eine Oeffnungsbewegung ohne synergische Spannung der Nackenmuskeln ist unmöglich.

Der rückläufige Vorgang der Oeffnungsbewegung ist die Schließbewegung; sie beginnt nach Schröder wieder mit Rotation und geht nach der Gleitbewegung zur Rotation über,

um in der Okklusionsstellung zu endigen. Die Schließbewegung beeinflußt die Einstellung der Zähne. Die noch unfertige Zahnwurzel entwickelt sich in der Richtung des auf sie ausgeübten Druckes. Der Hauptdruck wird bei der Kieferschließbewegung — nicht bei der Vor- und Seitwärtsbewegung — auf die Zahnwurzeln ausgeübt. Je nach der Höhenlage der Drehachse vollzieht sich die Druckwirkung in verschiedener Richtung. Bei der Drehung des Unterkiefers um einen Punkt trifft bei der vorhandenen Okklusionskurve günstigenfalls nur ein Antagonistenpaar mit ganzer Kauflächenausdehnung senkrecht aufeinander; gewöhnlich sind es die ersten Molaren. Es läßt sich hier aber keine Norm aufstellen, denn die Muskeldruckrichtungen sind variabel, die Natur ist souverän.

Beim Oeffnen des Mundes findet eine Drehung um die transversale Achse statt; beide Kieferhälften werden gesenkt. Zweitens kann der Kiefer nur eine seiner Hälften allein abwärts bewegen; es kommt die Seitwärtsbewegung zustande, die mit ihren Auswirkungen den schwierigsten Teil der Artikulation darstellt. Es handelt sich bei ihr nicht um die Seitwärtsbewegung in der größten Exkursion oder nach dem Vorschieben des Unterkiefers, sondern um den „Leerlauf" der Kiefer, wie wir ihn am Schluß des Kauaktes beobachten. Der Unterkiefer bewegt sich dabei nach vorne und nach der Seite um seinen Drehpunkt herum. Die unteren Zähne bewegen sich in den Zwischenräumen der oberen nach auswärts, es kommt zu einer Höcker- auf Höckerstellung. Nur die Innenhöcker der oberen und unteren Prämolaren berühren einander nicht. Bei einer Bewegung z. B. nach links nennen wir die rechte Kieferseite die „Balanceseite", die linke ist die „Arbeitsseite". Meyer nahm als erster an, daß das Kiefergelenk gewissermaßen zwei Gelenke repräsentiere. Das eine Gelenk, das obere, dient dem Vorgleiten des Unterkiefers; nur die äußeren Teile der Gelenkköpfe treten mit den äußeren Teilen der Tubercula in Kontakt. Das zweite Gelenk, das untere, dient der Seitwärtsbewegung. Betrachten wir bei der Bewegung nach links das rechte Gelenk, so sehen wir, daß der Kondylus vorwärts-abwärts auf das Tuberculum tritt, eine Bewegung, die sich im oberen Gelenk vollzieht. Gleichzeitig findet im unteren Gelenk eine Drehbewegung statt: die Gelenkfläche dreht sich etwas nach hinten und innen. Auf

der linken Seite hat der Kondylus seine Lage an der vorderen Gelenkwand verlassen und ist tiefer in die Gelenkhöhle hineingedrückt; er ist rückwärts und aufwärts bewegt.

Walker bewies die Rückwärtswanderung des Gelenkkopfes und zeigte die Lage der Drehachse, die nicht immer im Gelenkkopf liegt. Gysi bewies einwandfrei, daß die Drehachse sowohl innerhalb der gegenseitigen Gelenkkopfentfernung wie im Gelenkkopf selbst oder außerhalb desselben, von Fall zu Fall verschieden, liegen kann; dabei braucht sie sich nicht in Richtung der Interkondylarachse zu befinden. Die Drehachse bleibt bei den einzelnen Phasen der Seitwärtsbewegung nicht an Ort und Stelle, sondern wandert. Die Hauptführung bekommt der Kiefer durch die Rückfläche des Tub. articulare; weiter sind von Einfluß die Höhe des Frontunterbisses und die der Molarenhöcker. Der Charakter der Gelenkbahn ist ganz selbständig; gemäß dem Grad ihrer Neigung bestimmt sie die Art der Seitwärtsbewegung. Diese Selbständigkeit wird vom Schneidezahnüberbiß und der Höhe der Molarenhöcker nicht gestört. Wohl ändert sich dann aber die Bewegungsrichtung des „vorderen Dreieckpunktes", nämlich der Winkel wird spitzer. Da nun die Senkrechte auf einen dieser Winkelschenkel auf die Richtung der Lage der Seitwärtsdrehachse hinweist, so wirken sich Schneidezahnüberbiß und Höckerhöhe in der geänderten Lage der Drehachse aus; sie beeinflussen gewissermaßen indirekt die Art der Seitswärtsbewegung. Auf der Arbeitsseite dienen sämtliche Backzähne dem Kiefer als Führung; auf der Balanceseite steht ihm als Stützpunkt im allgemeinen nur der jeweils letzte Backzahn zur Verfügung, der als „Balancemolar" bezeichnet wird. Der „Balance"- und der „Arbeits"-Molar können eine Stellung einnehmen, daß die Höckerspitzen aufeinander zu stehen kommen. An den übrigen Zähnen der Arbeitsseite bleibt ein Zwischenraum zwischen den oberen und unteren Innenhöckern. Das beweist, daß sich die Zähne bei der Seitwärtsbewegung des Kiefers nicht auf Kugeloberflächen bewegen; sonst müßten alle Höcker der oberen Zähne mit denen der unteren in Kontakt stehen. Die Kreuzlücke auf der Balanceseite und der fehlende Kontakt zwischen den Innenhöckern auf der Arbeitsseite beweisen die Abdrehung des Kiefers von der Kugeloberfläche. Die Bewegungsart der Kiefer

zeigen uns die Schliffacetten an den Zähnen. Die Schliffacetten sind an wenig abgeschliffenen Zähnen untereinander fast parallel; manchmal ist bei starker Abnutzung die nach den Vorderzähnen zunehmende Steilheit der Facetten zu sehen. Die Seitwärtsbewegung findet in zwei Ebenen statt, in der horizontalen und vertikalen. Die Horizontalbewegung erfolgt um eine vertikale Achse, die manchmal durch den „ruhenden" Gelenkkopf der Arbeitsseite geht, meist im Raum um den Kondylus herum liegt; die Achse ist wohl nie ganz vertikal, sondern etwas von hinten nach vorn geneigt. Bei der Vertikalbewegung erfolgt ein unilaterales Kieferöffnen. Der Kiefer kann den Schliffacetten nur dann folgen, wenn er gleichzeitig die Balanceseite abwärtsschwenkt; er dreht sich dabei um die sagittale Achse, die auf der Arbeitsseite gelegen ist. Der Anteil der unilateralen Abwärtsbewegung ist individuell verschieden. Jeder Mensch hat, so wie für ihn die Handschrift oder Gangart typisch ist, auch seine gewohnheitsmäßigen Kieferbewegungen mit bestimmten Achsenlagerungen. Die Mahlbewegung setzt sich zusammen aus der immer abwechselnd rechts und links erfolgenden Abwärtsbewegung des einen Gelenkkopfes und der seitlichen Kieferverschiebung. Bei der Seitwärtsbewegung wird dank der Höckerfalten die gequetschte Nahrung von den Molaren zerrieben. Mittels der Zahnhöcker, die in die Nahrung eindringen, wird sie zerrissen und zerteilt. Das Ineinanderbeißen der Zähne wird dadurch gelöst, daß nur eine Kieferseite gesenkt wird; dies wird durch Kontraktion des M. pterygoideus ext. dieser Kieferseite bewirkt. Viele Autoren halten die Wiedergabe der Seitwärsbewegung im Artikulator für überflüssig. Dieser Ansicht müssen wir widersprechen; denn einmal sind das Zurückgleiten der unteren Zähne in die Okklusionsstellung und der „Leerlauf" für die Kauarbeit von großer Wichtigkeit. Weiter werden von Bezahnten wie von Zahnlosen Seitwärtsbewegungen ausgeführt.

Bei den artikulierenden Bewegungen sind richtige statische Verhältnisse die Voraussetzung für den Kauakt, der an die Festigkeit des knöchernen Kiefers bestimmte Ansprüche stellt. Der Kiefer sucht zunächst durch seine Form die statischen Bedingungen zu erfüllen. So ist bei einem Vergleich zwischen Tierschädeln mit konvexer Oberkieferzahnkurve und solchen mit

konkaver Kurve bei den letzteren eine mehr langgestreckte Kieferform zu finden. Besonders variabel ist die Form des Jochbogens, der von großer Wichtigkeit für die Aufnahme des Kaudrucks ist. Der Jochbogenansatz liegt beim Menschen in der Gegend des ersten Molaren und dient zur Abstützung bei dem starken Druck, der beim Kauakt auf das obere Knochensystem ausgeübt wird. In seinem Aufbau und seiner Ausbildung erfüllt der Oberkiefer die an ihn gestellten statischen Anforderungen. Die dauernden Druckbelastungen in bestimmter Richtung führen zur Verdichtung der Spongiosa an diesen Stellen. Wir nennen die verdichtete Spongiosa Trajektorien; sie haben die Aufgabe, den Druck von der Zahnreihe aufzufangen und nach oben fortzuleiten. Die Trajektorien der Frontzähne sind beim Menschen schwach entwickelt. Die der Backzähne sind gut ausgebildet; sie enden im Supraorbitalrande und führen zur Bildung der Supraorbitalwülste, wenn sie mit der Stirn unter einem Winkel zusammenstoßen. Diese Vorwulstungen sind also nicht angeboren, sondern unter dem Einfluß der Druckkräfte entstanden.

Wie beim Oberkiefer ist die Statik des Unterkiefers von großer Wichtigkeit. Bei seiner kräftigen Bauart entspricht er in seiner Form allen Forderungen, die auf Grund der Festigkeitslehre zu stellen sind. Er wird in hohem Maße von Kräften beeinflußt, ehe er seine funktionelle Gestalt bekommt, die aber durchaus nicht unveränderbar ist. Die Lage des Kondylus, dessen Form wechselt, ist bald hoch, bald niedrig. Der Proc. coronoideus, der beim Menschen wie beim Affen sehr kurz ist, zeigt auch eine wechselnde Gestalt. Weiter sind die Gestaltung des aufsteigenden Kieferastes, seine Länge und seine Besonderheiten am Winkel bez. unteren Rand sehr wichtig; über den Winkelfortsatz gibt eine hervorragende Arbeit Toldt's erschöpfende Auskunft. Es ist heute noch ungeklärt, ob die funktionelle Gestalt der Kiefer allein aus der Funktion entsteht, oder ob nicht die innersekretorischen Drüsen, deren Bereich der Verantwortlichkeit heute in der Medizin sehr weit gezogen wird, Einfluß auf die Größenentwicklung der Kiefer haben.

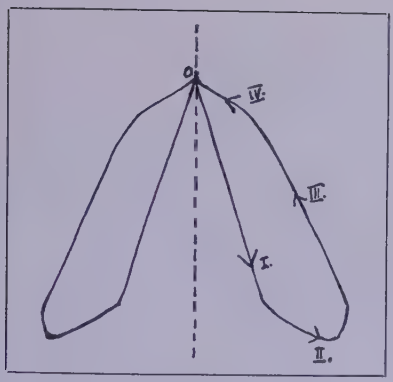
Es wäre eine unfertige Betrachtung des Artikulationsproblems, wenn man nur die Gesetze der Statik anwenden würde und die der Dynamik unbeachtet ließe. Die Bewegung des Unterkiefers

in den verschiedenen Richtungen ist die Aufgabe der Muskeln, vor allem der sog. Kaumuskulatur. Dazu gehören die M. temporalis, masseter, pterygoideus ext. et int. Sie entspringen alle an Knochen des starren Schädels und inserieren am Unterkiefer, der durch ihre Tätigkeit nach oben, nach den Seiten und nach vorn bewegt werden kann. Am günstigsten kann der Masseter durch den breiten rechtwinkligen Ansatz seine Kraft auf den Unterkieferhebel wirken lassen. Bei beiderseitiger Kontraktion hebt er den Kiefer, bei einseitiger bewirkt er eine seitliche Verschiebung. Die Tätigkeit des Temporalis besteht im Heben und Zurückziehen des Kiefers. Die Kontraktion beider Pterygoidei ext. bewirkt, daß Kondylus und Zwischenscheibe nach vorne und abwärts auf das Tub. rücken und der Unterkiefer nach vorn geschoben wird. Bei einseitiger Kontraktion treten Kondylus und Diskus nur auf dieser Seite auf das Tuberkulum, der Kiefer wird nach der anderen Seite verschoben. Die Wirkung der Pterygoidei int. ist gleich der der Masseteren; sie besteht auch im Heben des Kiefers. Mit Recht zählt man, im weiteren Sinne, die oberen Zungenbeinmuskeln zu der Kausmuskulatur, weil sie das Senken des Unterkiefers, das Oeffnen des Mundes bewirken. Sie sind schwächer als die Kaumuskeln, da ihnen die Unterstützung durch die Schwere des Kieferknochens zugute kommt. Sie stellen eine Verbindung zwischen Unterkiefer und Zungenbein dar. Wollen sie ihre Wirkung entfalten, so muß das Zungenbein fixiert sein, da sonst eine Kontraktion unmöglich ist. Diese Fixierung erfolgt durch die unteren Zungenbeinmuskeln, die sich also indirekt auch an der Kieferöffnung beteiligen. So hat die Muskulatur in der Hauptsache allein die Arbeit der Kieferbewegung zu leisten. Die Bänder verhindern lediglich „Ueberbewegungen", sie sind sozusagen Kontrollorgane.

Vergleicht man die Beobachtungen der Muskulatur mit der Zahnlinie, so scheint die Aufgabe der konvexen Oberkiefer-Okklusionskurve die zu sein, der verschiedenen Zugrichtung und Wirkung der Muskeln zu entsprechen. Der nach hinten oben ansteigende Teil der Kurve ist dem Masseter bezw. Pterygoideus int., der vorn ansteigende Teil dem Temporalis bezw. Zygomatico mand. angepaßt. Bei der konkaven Kauflächenlinie scheint der Temporalis mit seinem Uebergewicht von erhöhter Bedeutung zu sein.

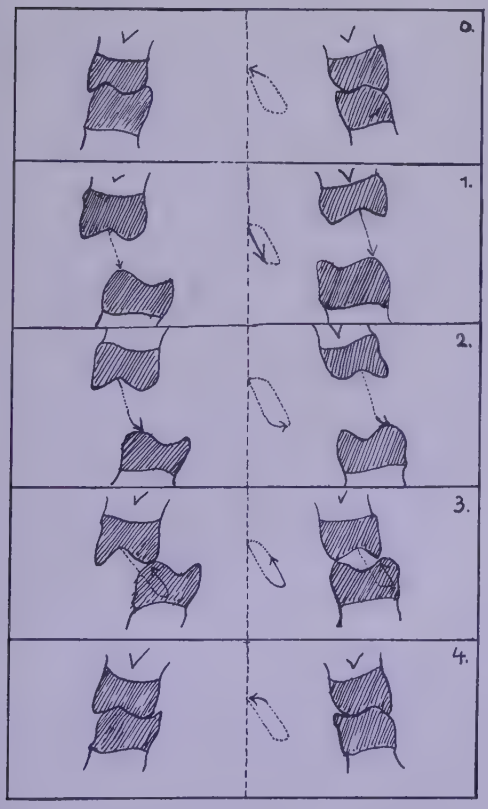
Die Anordnung der Kauflächen in der konkaven Kurve soll wahrscheinlich den Kaudruck auf die Oberkieferteile weiterleiten. Bei der konvexen Kauflächenlinie ist der Masseter der wichtigste Muskel, der zusammen mit dem Pterygoideus int. beim Kauen vor allem den ihnen zugewandten nach hinten oben ansteigenden Teil der Molaren belastet. Der dabei ausgeübte Druck wirkt weiter vorn auf den Kiefer und bedingt die besondere Bauart des Kieferapparates. So stehen der Kieferbau und die Anordnung und Wirkung des Muskelapparates in solchem Verhältnis zueinander, daß ein möglichst vollkommener Ausgleich zu Gunsten einer produktiven Kautätigkeit resultiert. Beim Menschen ist für das intensive Kaugeschäft eine veränderte Anordnung der Muskeln — Verlängerung des Masseter und Pterygoideus int. — und aus diesem Grunde ein höher aufsteigender Kieferast als bei den sog. niederen Tieren nötig. Das Gebiß paßt sich diesen Veränderungen mit der konvex gekrümmten Zahnlinie an, die in ihrer Kreisbogenform am besten den reibungslosen Vollzug der einzelnen Bewegungsphasen beim Kaugeschäft gewährleistet. Daß die verlängerte konvexe Zahnlinie häufig den Gelenkkopf streift, erklärt sich daraus, daß das Kiefergelenk beim Neugeborenen meistens in derselben Ebene wie die Zähne liegt. Hieraus läßt sich erkennen, daß die Umwandlungen am aufsteigenden Kieferast und am Gebiß sich in gleichmäßiger Weise vollzogen haben, so daß die ursprüngliche Beziehung in veränderter Form erhalten ist.

Der Unterkiefer und seine Tätigkeit bestimmen die Mechanik der Mundverdauung. Die in den Mund gebrachten festen Nahrungsstoffe werden mechanisch durch einzelne oder die Gesamtheit der Kieferbewegungen zerkleinert, denen bestimmte Muskeln und die Zähne als Hilfe zur Seite stehen. Während des Zerlegens wird die Nahrung eingespeichelt und schließlich zum verschluckbaren Bissen geformt. Der Kauakt reicht vom Ergreifen der Nahrung über das Abbeissen, Zerbeissen und die Zermahlung bis zum Schluckakt. Die Stärke der Zerlegung gibt uns das wohl ausgebildete Tastgefühl der Mundhöhle an. Die Zunge ist der Regulator, der meldet, ob die Speiseteile weiter zerlegt werden sollen, oder ob der Bissen für den Schluckakt reif ist. Der Kauakt setzt sich aus den drei Kieferbewegungen zusammen und ist als Rundbiss



Zeichnung 1

aufzufassen. Nach Zsigmondy wird beim Kieferschließen der Bissen in drei Teile zerlegt: ein Teil bleibt auf den Kauflächen liegen, die beiden andern werden nach innen und außen gepreßt. Bewegt sich der Unterkiefer nach auswärts, so kehrt er nicht in die Okklusionsstellung zurück, sondern macht eine Oeffnungs-Schließbewegung vorher. Die Speise wird dabei zermalmt. Gysi beweist, daß der Unterkiefer aber auch zermahlende Bewegungen ausführt. Im ersten Zerkleinerungsstadium wird der Kauakt von der offenen Seitenstellung des Unterkiefers aus ausgeführt; ist die Speise genügend zerkleinert, so gehen die Mahlbewegungen von der Okklusionsstellung aus.



Zeichnung 2

Der Beweis sind die Schlifflächen an den Innenhöckern der oberen Zähne und den Außenhöckern der unteren. Nach Gysi geht der Kauakt in einer vierphasigen Rundbewegung vor sich, die auf die frontale Ebene projiziert eine ovale Bewegungsfigur darstellt und so verläuft: O = Okklusionsstellung; I. keine reine Seitwärtsbewegung,

sondern mehr eine Oeffnung; II. der Kiefer geht seitwärts; III. wieder aufwärts, medianwärts (Höcker steht auf Höcker); IV. in die Okklusionsstellung zurück (s. Zeichnung 1 und 2). Die meisten Menschen führen beim Kauakt keine eigentliche Mahltätigkeit aus, da infolge des Schneidezahnüberbisses bei der Seitwärtsverschiebung die Zahnreihen hinten klaffen, so daß sich die Höcker nicht mehr berühren. Die Hauptkaukraft wird ausgeübt durch die pressende Tätigkeit der Kaumuskulatur. Die vertikale Hebung des Kiefers in ihrer Kraftwirkung ist von nebensächlicher Bedeutung. Die Kaukraft nimmt vom Schneidezahn nach dem Molaren zu, dem verkürzten Hebelarm entsprechend. Die Größe der Kaukraft hängt weiter vom Gebrauch der Zähne, dem Verlust der Pulpa und periodontitischen Erkrankungen ab. Die Größe des Kaudrucks ist vom Kauvermögen des Gebisses abhängig. Dies Kauvermögen besteht nicht nur in der zerquetschenden Tätigkeit, die durch die Schließbewegung des Kiefers erfolgt, sondern in der Seitwärts- und Vorwärtsbewegung. Sind die Speisen zerquetscht, so ist nur noch geringer Kaudruck nötig, wobei die Seitwärtsbewegung wirksam hilft. Nach Gysi werden breiige Speisen zu gleicher Zeit mit beiden Kieferhälften gekaut. Feste Speisen werden nur mit einer Kieferseite zerkleinert; die Muskelkraft der andern Seite wirkt bei der Arbeit indirekt mit. Deshalb ist auf der Arbeitsseite ein geringerer Kraftaufwand erforderlich.

Wie ich in der Einleitung zu dieser Arbeit sagte, hat die Erforschung des Artikulationsproblems, die besonders in den letzten Jahrzehnten eifrig betrieben worden ist, große Erfolge gebracht und vieles einwandfrei wissenschaftlich geklärt. Vielfach stehen noch die Ansichten in scheinbar unüberbrückbarer Gegensätzlichkeit nebeneinander. Man wird aber erwarten dürfen, daß die wissenschaftliche Forschung in den nächsten Jahren die Lösung all dieser Fragen bringt.

Zusammenfassung

1. Das komplizierte Kiefergelenk besteht aus einem oberen Gleit- und unteren Scharniergelenk; es gestattet Bewegungen in allen Richtungen des Raumes.
2. Bei der normalen Okklusion sind die Zahnreihen so angeordnet, daß die größtmögliche Arbeitsleistung resultiert; das Bonwill'sche Dreieck ist ein konstantes Merkmal der „normalen" Kiefergröße.
3. Der schwache bis mittlere Schneidezahnüberbiß ist funktionell am wertvollsten; das Ideal stellt der ganz flache Scherenbiß dar.
4. Zwischen Gelenkbahn und Zahnform besteht meistens ein physiologischer Ausgleich; Niveaudifferenz und Okklusionskurve haben die Aufgabe der Kompensation.
5. Der Unterkiefer wirkt als einarmiger Schwinghebel. Das Tub. articulare läßt den Unterbiß leichter überwinden, es ist aber nicht notwendig.
6. Die Vorwärtsbewegung ist wie die Oeffnungsbewegung eine kombinierte Dreh- und Gleitbewegung; der Drehpunkt wandert.
7. Bei der Seitwärtsbewegung vollzieht sich auch eine Dreh-Gleitbewegung. Die Lage der Drehachse ist unbestimmt.
8. Der Kieferbau und die Anordnung und Wirkung der Muskeln lassen eine produktive Kautätigkeit resultieren.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Wannenmacher, für die Ueberlassung der Arbeit und seinen mir oft und gern erteilten Rat meinen ergebensten Dank auszusprechen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Buri: Die Bestimmung der sagittalen Kiefergelenkbahn bei menschlichen Gebissen unter Berücksichtigung des Kieferaufbaus. 1929. Diss.

2. Fabian: Studien zur Kaufunktion. (Ein Beitrag zur Frage nach der Ursache der Spee'schen Kurve und des Tuberculum articulare.) Deutsche Zahnheilkunde 1925.

3. Mailänder: Untersuchungen über die Beziehungen der Kauebene zur prothetischen Ebene. 1931. Diss.

4. Müller: Grundlagen und Aufbau des Artikulationsproblems in natürlichen und künstlichen Gebissen. 1925.

5. Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde.

6. Sprandl: Untersuchungen über Längen-Breiten-Beziehungen des Zahnbogens im Oberkiefer. Diss. 1930.

Lebenslauf.

Ich, Curt Ritter, wurde am 22. Juli 1904 als Sohn des Kaufmanns Ernst Ritter und seiner Ehefrau Auguste geb. Hetebrüg in Bütow (Reg. Bez. Köslin) geboren.

Nach dem Besuch der Vorschule kam ich in das Gymnasium in Lauenburg in Pommern, das ich im März 1924 mit dem Reifezeugnis verließ. Durch die Wirtschaftsnot der Zeit gezwungen, war ich $3\,^1/_2$ Jahre als Bankbeamter tätig. Im Herbst 1927 begann ich mit dem Studium der Zahnheilkunde. Ich studierte in Berlin, Königsberg und Tübingen und bestand im Frühjahr 1931 das zahnärztliche Staatsexamen.